# This Page Is Inserted by IFW Operations and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

## IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents will not correct images, please do not report the images to the Image Problem Mailbox.

		5.v			
,	•	**			4
	*			•	
•					
*					
					( • •
				ā.	
4					
4)			*		
		\$2			
	<b>*</b>	•			
		74.			
4					
	4)				
	<u>.</u>			*	2.0
			•		
		•			
		-3			
					1.0
			(4)		
			A. 1		

### (19)日本国特許庁 (JP) (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-204263

(43)公開日 平成8年(1996)8月9日

(51) Int.Cl.6

識別記号

庁内整理番号

技術表示箇所

H 0 1 S

3/094

3/042

3/131

H01S 3/094

3/ 04

審査請求 未請求 請求項の数16 OL (全 11 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平7-14112

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

(22)出願日

平成7年(1995)1月31日

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 櫻井 努

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器

産業株式会社内

(72)発明者 栗山 勝裕

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器

産業株式会社内

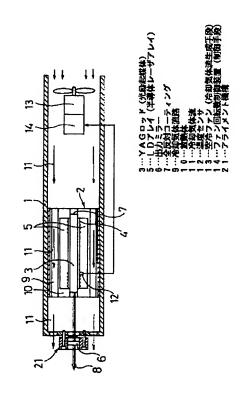
(74)代理人 弁理士 石原 勝

#### (54) 【発明の名称】 半導体レーザ励起レーザ発振器

#### (57)【要約】

【目的】 コンパクトで低コストな構成にて安定したレ ーザ光出力を得る。

【構成】 光励起媒体としてのYAGロッド3と、YA Gロッド3を側面又は端面照射する半導体レーザアレイ 5と、半導体レーザアレイ5に接触させて配設されると ともに冷却気体流路9が形成された放熱体10と、冷却 気体流路9に冷却気体流を流す空冷ファン13と、半導 体レーザアレイ5の温度センサ12と、温度センサ12 の検出信号に基づいて空冷ファン13を駆動制御するフ アン回転数制御装置14とを備え、冷却気体流を用いた 低コストでコンパクトな構成にて半導体レーザアレイ5 の温度を精度良く制御して安定なレーザ光出力を得る。



#### 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光励起媒体と、光励起媒体を側面照射する半導体レーザアレイと、半導体レーザアレイに接触させて配設されるとともに冷却気体流路が形成された放熱体と、冷却気体流路に冷却気体流を流す冷却気体流生成手段と、半導体レーザアレイの温度検出手段と、温度検出手段の検出信号に基づいて冷却気体流生成手段を駆動制御する制御手段を備えたことを特徴とする半導体レーザ励起レーザ発振器。

【請求項2】 複数の半導体レーザアレイ間に導電体か 10 ら成る放熱体を配置し、一部の半導体レーザアレイと放 熱体の間に絶縁体を介装してその両側に電源を接続し、放熱体の周囲を絶縁体にて囲んだことを特徴とする請求 項1記載の半導体レーザ励起レーザ発振器。

【請求項3】 光励起媒体の片方の端面に、発振波長に対して全反射するコーティングを施したことを特徴とする請求項1記載の半導体レーザ励起レーザ発振器。

【請求項4】 光励起媒体と、光励起媒体を端面照射する半導体レーザアレイと、半導体レーザアレイ及び集光レンズに接触させて配設されるとともに冷却気体流路が 20 形成された放熱体と、冷却気体流路に冷却気体流を流す冷却気体流生成手段と、半導体レーザアレイの温度検出手段と、温度検出手段の検出信号に基づいて冷却気体流生成手段を駆動制御する制御手段を備えたことを特徴とする半導体レーザ励起レーザ発振器。

【請求項5】 制御手段は、温度検出手段による検出温度が設定値より高い時は冷却気体流生成手段の出力を上げ、設定値より低い時は冷却気体流生成手段の出力を下げて半導体レーザの温度を一定にするように制御することを特徴とする請求項1又は4記載の半導体レーザ励起レーザ発振器。

【請求項6】 冷却気体を冷却する冷却手段を設けたことを特徴とする請求項1又は4記載の半導体レーザ励起レーザ発振器。

【請求項7】 冷却手段は、冷却器にて冷却される冷媒 を循環させる冷却管を冷却気体通路内に配置して構成し たことを特徴とする請求項6記載の半導体レーザ励起レ ーザ発振器。

【請求項8】 冷却手段は、固体電子冷却器の低温側放 熱部を冷却気体通路内に配置して構成したことを特徴と 40 する請求項6記載の半導体レーザ励起レーザ発振器。

【請求項9】 冷却気体流生成手段は、高圧空気を渦流発生器に接線方向に供給することにより中心部に発生した冷風を送り出す手段から成ることを特徴とする請求項1又は4記載の半導体レーザ励起レーザ発振器。

【請求項10】 光励起媒体と、光励起媒体を側面照射 する半導体レーザアレイと、光励起媒体を端面照射する 半導体レーザアレイとを備えたことを特徴とする半導体 レーザ励起レーザ発振器。

【請求項11】 両半導体レーザアレイ及び集光レンズ 50

に接触させて配設されるとともに冷却気体流路が形成された放熱体と、冷却気体流路に冷却気体流を流す冷却気体流生成手段と、半導体レーザアレイの温度検出手段と、温度検出手段の検出信号に基づいて冷却気体流生成手段を駆動制御する制御手段とを設けたことを特徴とする請求項10記載の半導体レーザ励起レーザ発振器。

2

【請求項12】 光励起媒体からの出射レーザ光を検出する光センサを設け、出力レベルと励起レーザパワー設定値との誤差を零にするように半導体レーザ駆動回路を制御する高速応答制御回路を設けたことを特徴とする請求項1、4火は11記載の半導体レーザ励起レーザ発振器。

【請求項13】 光励起媒体と、光励起媒体を照射する 半導体レーザアレイと、半導体レーザアレイに接触させ て配設されるとともに冷却気体流路が形成された放熱体 と、冷却気体流路に冷却気体流を流す冷却気体流生成手 段と、光励起媒体からの出射レーザ光を検出する光セン サと、光センサの検出信号に基づいて冷却気体流生成手 段を駆動制御する制御手段とを備えたことを特徴とする 半導体レーザ励起レーザ発振器。

【請求項14】 光センサにて検出した出射レーザ光の 出力レベルと励起レーザパワー設定値との誤差を零にす るように半導体レーザ駆動回路を制御する高速応答制御 回路を設けたことを特徴とする請求項13記载の半導体 レーザ励起レーザ発振器。

【請求項15】 出力ミラー保持体の周囲の4等配した位置に、各々が180度に位置するように引張ねじ手段と押付ねじ手段を配設して成る出力ミラーのアライメント機構を有することを特徴とする請求項1、4、10、11又は13記載の半導体レーザ励起レーザ発振器。

【請求項16】 冷却気体流が出射レーザ光に向けて流れるように冷却気体流の流れ方向を案内する冷却気体流案内手段を設けたことを特徴とする請求項1、4、11 又は13記载の半導体レーザ励起レーザ発振器。

【発明の詳細な説明】

[0001]

30

【産業上の利用分野】本発明は、半導体レーザからYA Gロッドなどの光励起媒体にレーザ光を照射して励起す る半導体レーザ励起のレーザ発振器に関するものであ る。

[0002]

【従来の技術】従来の半導体レーザ励起のYAGレーザ 発振器としては、図15、図16に示すものが実用化さ れている。

【0003】図15の半導体レーザ励起YAGレーザ発振器は、半導体レーザアレイaからの励起光bをYAGロッドcに側面照射し、全反射ミラーdと出力ミラーeの間でレーザ発振を起こすものであり、半導体レーザアレイaの温度を一定にすることにより半導体レーザアレイaからYAGロッドcへの照射波長を安定化し、安定

したレーザ光出力を得るために、半導体レーザアレイ a の周囲に水冷ジャケット f を設け、この水冷ジャケット f に対してポンプgにて水温調節器 h にて温度調整された冷却水を循環供給し、最適な励起波長となるように半導体レーザアレイ a の温度調整を行なうように構成されている。

【0004】また、図16の半導体レーザ励起YAGレーザ発振器は、半導体レーザアレイiからの励起光bを集光レンズjで集光して全反射ミラーkを通してYAGロッドcの端面に照射するように構成されている。全反 10射ミラーkは、半導体レーザの波長を通しYAGの特定波長を全反射する特性を有するものであり、励起光bにより出力ミラーeと全反射ミラーkの間でレーザ発振を起こすもので、図15と同様に水冷ジャケットfにて半導体レーザアレイiの温度調整を行なうように構成されている。

#### [0005]

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記構成では、半導体レーザアレイa又はiの周囲に水漏れ防止対策の必要な水冷ジャケットfを配設するとともに別途に 20水温調節器 h を設け、冷却水配管にて接続する必要があるため、構成が複雑で大掛かりになり、コンパクトに構成できずかつ高コストとなるという問題がある。

【0006】本発明は、上記従来の問題点に鑑み、コンパクトでかつ低コストでありながら安定したレーザ光出力を得ることができる半導体レーザ励起レーザ発振器を提供することを目的としている。

#### [0007]

【課題を解決するための手段】本願の第1発明の半導体レーザ励起レーザ発振器は、光励起媒体と、光励起媒体 30を側面照射する半導体レーザアレイと、半導体レーザアレイに接触させて配設されるとともに冷却気体流路が形成された放熱体と、冷却気体流路に冷却気体流を流す冷却気体流生成手段と、半導体レーザアレイの温度検出手段と、温度検出手段の検出信号に基づいて冷却気体流生成手段を駆動制御する制御手段を備えたことを特徴とする。

【0008】好適には、複数の半導体レーザアレイ間に 導電体から成る放熱体を配置し、一部の半導体レーザア レイと放熱体の間に絶縁体を介装してその両側に電源を 40 接続し、放熱体の周囲を絶縁体にて囲んだ構成とされ、 また光励起媒体の片方の端面に、発振波長に対して全反 射するコーティングが施される。

【0009】本願の第2発明の半導体レーザ励起レーザ発振器は、第1発明の光励起媒体を側面照射する半導体レーザアレイに代え、光励起媒体を端面照射する半導体レーザアレイを用いたもので、半導体レーザアレイ及び集光レンズに接触させて配設されるとともに冷却気体流路が形成された放熱体を設けたことを特徴とする。

【0010】上記第1、第2発明において、制御手段

は、温度検出手段による検出温度が設定値より高い時は 冷却気体流生成手段の出力を上げ、設定値より低い時は 冷却気体流生成手段の出力を下げて半導体レーザの温度 を一定にするように制御する。

【0011】また、冷却気体を冷却する冷却手段が設けられる。この冷却手段は、冷却器にて冷却される冷媒を循環させる冷却管を冷却気体通路内に配置して構成され、または固体電子冷却器の低温側放熱部を冷却気体通路内に配置して構成される。若しくは、冷却気体流生成手段が、高圧空気を渦流発生器に接線方向に供給することにより中心部に発生した冷風を送り出す手段にて構成される。

【0012】本願の第3発明の半導体レーザ励起レーザ発振器は、光励起媒体と、光励起媒体を側面照射する半導体レーザアレイと、光励起媒体を端面照射する半導体レーザアレイとを備えたことを特徴とする。

【0013】この第3発明においても、好適には第1、第2発明と同様に両半導体レーザアレイ及び集光レンズに接触させて配設されるとともに冷却気体流路が形成された放熱体と、冷却気体流路に冷却気体流を流す冷却気体流生成手段と、半導体レーザアレイの温度検出手段と、温度検出手段の検出信号に基づいて冷却気体流生成手段を駆動制御する制御手段とを設けられる。

【0014】本願の第4発明の半導体レーザ励起レーザ発振器は、上記各発明において、光励起媒体からの出射レーザ光を検出する光ゼンサを設け、出力レベルと励起レーザパワー設定値との誤差を零にするように半導体レーザ駆動回路を制御する高速応答制御回路を設けられる。

【0015】本願の第5発明の半導体レーザ励起レーザ 発振器は、上記各発明における温度検出手段に代えて、 第4発明の光センサの検出信号を用いて冷却気体流生成 手段を駆動制御する制御手段を設けたことを特徴とす る。

【0016】この第5発明においても、好適には光センサにて検出した出射レーザ光の出力レベルと励起レーザパワー設定値との誤差を零にするように半導体レーザ駆動回路を制御する高速応答制御回路が設けられる。

【0017】本願の第6発明の半導体レーザ励起レーザ発振器は、上記各発明において、レーザ出力ミラー保持体の周囲の4等配した位置に、各々が180度に位置するように引張ねじ手段と押付ねじ手段を配設して成る出力ミラーのアライメント機構を有することを特徴とする。

【0018】本願の第7発明の半導体レーザ励起レーザ発振器は、上記各発明において、冷却気体流が出射レーザ光に向けて流れるように冷却気体流の流れ方向を案内する冷却気体流案内手段を設けたことを特徴とする。

[0019]

50

【作用】本願の第1発明によれば、光励起媒体を側面照

4

-3ª

1

ž. - .\$.

. A.

射する半導体レーザアレイに冷却気体流路を形成された 放熱体を接触させて配設し、冷却気体流生成手段を設け た構成であり、水冷ジャケットを配設して別途に設けた 冷却器から冷却水を循環供給する構成に比して低コスト にてコンパクトに構成でき、かつ半導体レーザアレイの 検出温度に応じて冷却気体流路に冷却気体流を流すよう にしているので、半導体レーザアレイの温度を精度良く 制御でき、高安定なレーザ光出力を得ることができる。

【0020】また、半導体レーザアレイ間に導電体から 成る放熱体と絶縁体を適宜に配置して電源を接続し、放 10 熱体の周囲を絶縁体にて囲むと、一層コンパクトでシン プルな構成とすることができる。

【0021】また、光励起媒体の片方の端面に発振波長 に対する全反射コーティングを施すと、反射ミラーのア ライメントが不要になり、コンパクトでシンプルな構成 にできる。

【0022】本願の第2発明によれば、光励起媒体を端 面照射する半導体レーザアレイを用いているので、質の よいレーザ光が得られ、かつ半導体レーザアレイ及び集 光レンズに接触させて同様の放熱体を配設させることに 20 より、第1発明と同様の効果が得られる。

【0023】また、第1、第2発明において、温度検出 手段による検出温度と設定値の比較により冷却気体流生 成手段の出力を制御することにより、半導体レーザの温 度を一定に制御でき、半導体レーザの温度変動による波 長ずれを無くしてレーザ発振を安定でき、安定なレーザ 光出力を得ることができる。

【0024】また、冷却気体を冷却する冷却手段を設け ると冷却効果が大きく、雰囲気温度が高い場合でも応答 としては、冷却器にて冷却される冷媒を循環させる冷却 管を冷却気体通路内に配置してもよく、または固体電子 冷却器の低温側放熱部を冷却気体通路内に配置して構成 してもよい。

【0025】また、冷却気体流生成手段として、高圧空 気を渦流発生器に接線方向に供給することにより中心部 に発生した冷風を送り出す手段にて構成すると、高圧空 気源があれば、極めて簡単な構成にて直接冷風を作って 送ることができ、シンプルで、コンパクトな構成とする ことができる。

【0026】本願の第3発明によれば、光励起媒体を側 面照射する半導体レーザアレイと端面照射する半導体レ ーザアレイとを備えているので、端面照射により質の良 いレーザ光出力が得られる状態でその質を保持したまま 側面照射によって出力が高められ、質の良い高出力のレ ーザ光を得ることができる。

【0027】また、この第3発明において、第1、第2 発明と同様に放熱体と冷却気体流生成手段と温度検出手 段と制御手段を設けることにより、低コストにてコンパ クトに構成でき、かつ安定なレーザ光出力を得ることが 50

できる。

【0028】本願の第4発明によれば、上記各発明にお いて、光励起媒体からの出射レーザ光を光センサにて検 出して設定値との誤差を零にするように高速応答制御回 路にて半導体レーザ駆動回路を制御することにより、レ ーザ光出力の高速変動を解消して高安定なレーザ光出力 が得られる。

6

【0029】本願の第5発明によれば、上記各発明にお ける温度検出手段を無くして光センサの検出信号を用い て冷却気体流生成手段を駆動制御することにより安定な レーザ光出力を得ることができ、さらにその光センサの 検出信号を用いて半導体レーザ駆動回路を高速応答制御 することにより、レーザ光出力の髙速変動を解消できて 高安定なレーザ光出力が得られる。

[0030]本願の第6発明によれば、上記各発明にお いて、引張ねじ手段と押付ねじ手段を備えた出力ミラー のアライメント機構を設けているので、出力ミラーのア ライメントをこれらのねじ手段の調整にて簡単に行なう ことができる。

【0031】本願の第7発明によれば、上記各発明にお いて、冷却気体流が出射レーザ光に向けて流す冷却気体 流案内手段を設けているので、レーザ光にて加工する対 象物からの煙から出力ミラーを保護することができる。 [0032]

【実施例】以下、本発明の半導体レーザ励起レーザ発振 器の各実施例について、図1~図14を参照して説明す る。

【0033】本発明の第1実施例の半導体レーザ励起レ ーザ発振器を、図1~図4を参照して説明する。図1に 性良く半導体レーザの温度を制御できる。その冷却手段 30 おいて、1 は円筒状のケースであり、内部の一半部にレ ーザ発振ユニット2が配設されている。レーザ発振ユニ ット2の軸芯部には光励起媒体としてのYAGロッド3 が配置されている。YAGロッド3の周側面には、多数 の半導体レーザ (以下、LDと略記する) 素子4にて構 成された複数のLDアレイ5が配設され、これらLDア レイ5からYAGロッド3に向けて励起波長810~7 95 nmの光を照射するように構成されている。YAG ロッド3の一端側には出力ミラー6が配設され、他端は 発振波長に対して全反射する全反射コーティング 7 が施 されており、出力ミラー6と全反射コーティング7との 間でレーザ光8の共振を行なうように構成されている。

> 【0034】LDアレイ5には、複数の冷却気体流路9 を形成したアルミや銅や真鍮やアルミ化合物やBeO等 の高熱伝導体から成る放熱体10が接触させて配設さ れ、LDアレイ5からの発生熱をこの放熱体10を介し て冷却気体流路9を流れる冷却気体流11にて放熱する ように構成されている。また、LDアレイ5には温度セ ンサ12が装着されている。

> 【0035】ケース1の他半部には、放熱体10に向け て冷却気体流11を送る空冷ファン13とファン回転数

制御装置14が配設され、ファン回転数制御装置14に 温度センサ12からの検出信号が入力され、検出温度が 設定値よりも高くなると空冷ファン13の回転数を上 げ、検出温度が低くなると回転数を下げ、LDアレイ5 が常に一定温度に保持されるように構成されている。こ れによって各LD素子4の温度変動によりLDアレイ5

からのレーザ光の波長が変わり、励起効率が変動してレ

ーザ光出力が変動するといった不具合を解消している。 【0036】LDアレイ5は、図2に示すように、数個 〜数10個のLD素子4を一次元又は二次元状に同一方 10 向に向かってレーザ光15を出射するように配置したも のであり、本実施例では図2の上面と下面を電極16に したものを用いており、その両面に約2V、数10アン ペアの電流を電源17から供給すれば、810~800 nmの波長のレーザ光15を出射するものを用いている。

【0037】レーザ発振ユニット2は、図3に示すよう に、YAGロッド3の周囲の4方向に等間隔にLDアレ イ5が配設され、各LDアレイ5から山射されたレーザ 光15がYAGロッド3に照射される。放熱体10は高 20 熱伝導性で導電性のある真鍮にて構成されるとともに、 略円柱体を4分割した形状に形成されて各LDアレイ 5、5間に介装されて放熱と電極の役割を兼務し、かつ その周囲が絶縁体からなる絶縁筒体18にて囲まれて保 持されている。また、一部の放熱体10とLDアレイ5 の間には絶縁体1-9が介装され、その放熱体10とLD アレイ5の電極16に接触させた電極板20間に電源1 7が接続されている。なお、各放熱体10をそれぞれ電 気的に絶縁してLDアレイ5を電源17に対して任意に 接続するようにしても良く、また放熱体10の分割数や 30 LDアレイ5の配置数も任意に変更できることは言うま でもない。また冷却気体流路9に水等の流体を流して冷 却してもよいのは明白である。

【0038】出力ミラー6は、アライメント機構21にて簡単にアライメント調整できるように構成されている。このアライメント機構21を図4を参照して説明する。出力ミラー6はミラーホルダ22に保持されており、このミラーホルダ22はその外周部の180度の位置に一対の引張ねじ手段23が貫通されるとともにそれと90°の位置に一対の押付ねじ手段24が螺合され、引張ねじ手段23はケース1に設けられたねじ穴25に螺合されている。かくして、一対の引張ねじ手段23による引き具合と一対の押付ねじ手段24による押し付け具合とによって出力ミラー6の角度アライメント調整を簡単に行なうことができるとともにその状態でロックすることができる。なお、引張ねじ手段23と押付ねじ手段24の数は3以上設けてもよく、また一方の押付ねじ手段24は球体等に代えても良い。

【0039】図5は、本発明の第2の実施例の半導体レーザ励起レーザ発振器におけるレーザ発振ユニット2を 50

示す。この実施例においては、LDアレイ5がYAGロッド3の直径方向の2方向に配設され、LDアレイ5の片側の電極16に電源17に接続された電極板26が当接配置され、LDアレイ5の他方の電極16同士が中継電極板27により接続されている。また、電極板26と放熱体10及び中継電極板27と放熱体10の間にはそれぞれ絶縁体28が介装されており、筒体18は絶縁体又は非絶縁体にて構成されている。また、放熱体10をBeOなどの絶縁体の高熱伝導体にて構成すると、絶縁体28を設ける必要はない。

8

【0040】図6は、本発明の第3の実施例の半導体レーザ励起レーザ発振器を示す。この実施例においては、ケース1内の冷却気体通路29に冷却管30を配設し、冷却器31にて冷却した冷却媒体32をポンプ33にて循環させるように構成し、外気温が高くてもLDアレイ5を十分に冷却できるように構成している。LDアレイ5は通常25°C~35°Cの温度範囲でYAGロッド3に対して適切な波長のレーザ光を出射するので、外気温が35°Cを越える場合に有効である。なお、本実施例ではすべて空冷とするために、冷却器31にベルチェジ素子34を用い、その排熱は空冷ファン35にて行なうように構成している。36はベルチェ素子34の駆動電気である。

【0041】図7は、本発明の第4の実施例の半導体レーザ励起レーザ発振器を示す。この実施例においては、はケース1の他端にベルチェ素子38を用いた冷却器37度の低温側放熱部39を配置して空気を冷却するようにしたものである。40は高温側放熱部であり、空冷ファンで41にて放熱するように構成されている。

【0042】図8は、本発明の第5の実施例の半導体レ ーザ励起レーザ発振器を示す。この実施例においては、 空冷ファン13に代えて外ケース1の他端部に冷却気体 流生成手段として冷風発生手段42を配設している。こ の冷風発生手段42は、高圧空気を渦流発生器43に接 線方向に供給すると膨張するとともに高速回転して渦流 れとなり、大きな遠心力が働いて圧力・密度が急上昇 し、抵抗が増加して温度を上昇しながら矢印で示すよう に後方の熱風排出口44に向かって移動して排出され、 残りの空気は渦流の中心部を白抜き矢印の如く冷風出口 45に向けて流れ、その間に膨張しながら外側の渦流に 対する制動作用を行うことにより、その仕事にて低温に なる結果冷風が生成されるという原理に基づくものであ る。なお、熱風に供給された熱量と冷風から持ち去られ た熱量は常に等しいので、熱風排出口44からの排出空 気量を調整弁46にて調整することにより、冷風の量と 温度を背反的に調整することができる。本実施例では、 温度センサ12の検出信号に基づいて流量調整弁47を 制御して高圧空気の供給量を調整することにより冷風量 を調整するように構成している。

【0043】この構成によれば、高圧空気源があれば、

. - -

極めて簡単な構成にて直接冷風を作って送ることがで き、シンプルで、コンパクトな構成とすることができ

【0044】図9~図11は、本発明の第6の実施例の 半導体レーザ励起レーザ発振器を示す。この実施例にお いては、YAGロッド3からのレーザ発振出力を光セン サ48にて検出し、励起レーザパワー設定値との誤差を 比較器49にて検出し、その誤差εに応じて高速応答制 御回路50にてレーザ駆動回路51によるLDアレイ5 の動作電流を制御し、レーザ光出力の高速変動を無く し、レーザ光出力の高安定化を図るように構成してい る。即ち、温度検出に基づいて温度制御して波長制御を 行い、レーザ光出力を安定化するのには時間がかかるの に対して、レーザ光出力を光センサ48で検出して高速 応答制御することにより応答性を改善することができ る。高速応答制御回路50は、図10に示すように、誤 差 ε に応じて駆動電流を変化させるように構成されると ともに駆動電流の変動幅にリミッターを設けている。こ のようにリミッターを設けているのは、LD素子4は一 定の光出力を越えると破損に至る恐れがあり、また電流 20 の制御に頼り過ぎて他の波長でロックされてしまうのを 防止するためである。

【0045】図11を参照して詳しく説明すると、

(a) はLD素子4の動作特性であり、温度が上がると 波長が長くなる特性を有しており、(b)はYAGロッ ド3の波長による光エネルギ吸収率(YAGレーザ光出 力) の特性であり、最適波長807nmでピーク吸収率 を示す。そのため、LDアレイ5の検出温度に応じて空 冷ファン13の回転数を制御してLDアレイ5の温度を 設定温度に制御することにより、常にピーク吸収率にな る波長にロックしているのである。しかし、熱移動には 時間を要するので、(c)に示すように種々の要因によ る出力変動には応答できない。そこで、光センサ48か らの検出信号によりLD素子4の駆動電流を制御して高 安定化を図っている。

【0046】このように大まかなレーザ光出力制御はL Dアレイ5の温度制御による波長ロックで行い、細かな 髙速変動に対しては光出力フィードバック制御を行ない かつ電流リミッタによりこの光出力フィードパックの制 御範囲を限定することによって別の吸収波長にロックさ 40 れることなしに安定したレーザ光出力を得ている。な お、レーザ光出力が光センサ48の応答に過敏に反応し すぎるときには、光センサ48に移動平均出機能を持た せてもよい。

【0047】図12は、本発明の第7の実施例の半導体 レーザ励起レーザ発振器を示す。この実施例において は、ケース1の冷却気体流11の出口に、冷却気体流1 1を出射レーザ光8に向けて流す冷却気体流案内手段5 2を設けている。このように冷却気体流案内手段52を 設けることにより、レーザ光8による加工時に対象物か 50 10

ら発生する煙から出力ミラー6を保護することができ る。なお、冷却気体流案内手段52を設ける場合、ケー ス1の出口近傍に逃がし穴53を設けて冷却気体流11 の一部を逃がし、流通抵抗が大きくならないようにする のが望ましい。

[0048] 図13は、本発明の第8の実施例の半導体 レーザ励起レーザ発振器を示す。この実施例において は、LDアレイ55から出射されたレーザ光56が集光 レンズ57で集光され、YAGロッド3の一端の入力端 面に集光される。このYAGロッド3の入力端面は、L Dアレイ55からの790~820nmの波長の光を通 過し、YAGロッド3の発振波長(例えば1064n m) の光に対しては全反射する全反射コーティング58 が施されており、この全反射コーティング58と出力ミ ラー6との間で発振を起こすのである。

【0049】この実施例においてもYAGロッド3とL Dアレイ55は冷却気体流路59を形成した放熱体60 にて放熱される。また、LDアレイ55の温度を温度セ ンサ62にて検山し、上記各実施例と同様に空冷ファン 63とファン回転数制御装置64が配設され、ファン回 転数制御装置64に温度センサ62からの検出信号が入 力され、LDアレイ55の温度が一定になるように制御 されている。また、この実施例においても、図示してい ないが、光センサを設けてLDアレイの駆動電流の高速 広答制御を行なうようにすることもできる。

【0050】図14は、本発明の第9の実施例の半導体 レーザ励起レーザ発振器を示す。この実施例は、図1と 図13の第1と第8の実施例を組み合わせたものであ る。側面照射用のLDアレイ5の放熱体10及び端面照 射用のLDアレイ55の放熱体60と各温度制御用の温 度センサ12、62、空冷ファン13、63、ファン回 転数制御装置14、64も同じであり、それぞれ温度が 一定になるように制御される。

【0051】本実施例の構成によれば、端面照射のLD アレイ55からのレーザ光にて励起されるレーザ光の質 は良く、それを種として側面照射のLDアレイ5からの レーザ光による励起によってパワーアップされるので、 質の良いレーザ光が高出力でえられる。また、片方のL Dアレイからの照射レーザ光をパルスにすることによ り、連続とパルスが複合されたレーザ光を出力すること も可能となる。

【0052】上記実施例では、YAGロッド3の出力ミ ラー6とは反対側の端面を全反射コーティングして反射 ミラーを省略したものを例示したが、反射ミラーを用い て発振させるようにしてもよい。

【0053】また、上記実施例では光センサ48をYA Gレーザ3の漏れ光を検出するように配置したが、レー ザ光を光分岐して検出するようにしてもよいし、照射面 の光パワーを検出するようにしてもよい。

【0054】また、レーザ発振ユニット2内にSHG素

子などの光検出素子を設けて光出力をフィードバック制 御してもよく、その時も安定した光出力が得られる。

【0055】また、YAGロッド3に代わる別の材質、例えばYVO4やYAP、YLF等の種々の光励起媒体を用いることもできる。

[0056]

7

【発明の効果】本願の第1発明の半導体レーザ励起レーザ発振器によれば、以上の説明から明らかなように、YAGロッドを側面照射する半導体レーザアレイに冷却気体流路を形成された放熱体を接触させて配設し、冷却気10体流生成手段を設けているので、水冷ジャケットを配設して別途に設けた冷却器から冷却水を循環供給する構成に比して低コストにてコンパクトに構成でき、かつ半導体レーザアレイの検出温度に応じて冷却気体流路に流す冷却気体流を制御するようにしているので、半導体レーザアレイの温度を精度良く制御でき、高安定なレーザ光出力を得ることができる。

【0057】また、半導体レーザアレイ間に導電体から成る放熱体と絶縁体を適宜に配置して電源を接続し、放熱体の周囲を絶縁体にて囲むと、一層コンパクトでシンプルな構成とすることができる。

【0058】また、YAGロッドの片方の端面に発振波 長に対する全反射コーティングを施すと、反射ミラーの アライメントが不要になり、コンパクトでシンプルな構 成にできる。

【0059】本願の第2発明によれば、YAGロッドを 端面照射する半導体レーザアレイを用いているので、質 のよいレーザ光が得られ、かつ半導体レーザアレイ及び 集光レンズに接触させて同様の放熱体を配設させること により、第1発明と同様の効果が得られる。

【0060】また、第1、第2発明において、温度検出手段による検出温度と設定値の比較により冷却気体流生成手段の出力を制御することにより、半導体レーザの温度を一定に制御でき、半導体レーザの温度変動による波長ずれを無くしてレーザ発振を安定でき、安定なレーザ光出力を得ることができる。

【0061】また、冷却気体を冷却する冷却手段を設けると冷却効果が大きく、雰囲気温度が高い場合でも応答性良く半導体レーザの温度を制御できる。その冷却手段としては、冷却器にて冷却される冷媒を循環させる冷却 40 管を冷却気体通路内に配置してもよく、または固体電子冷却器の低温側放熱部を冷却気体通路内に配置して構成してもよい。

【0062】また、冷却気体流生成手段として、高圧空気を渦流発生器に接線方向に供給することにより中心部に発生した冷風を送り出す手段にて構成すると、高圧空気源があれば、極めて簡単な構成にて直接冷風を作って送ることができ、シンプルで、コンパクトな構成とすることができる。

【0063】本願の第3発明によれば、YAGロッドを 50 実施例の全体構成を示す縦断面図である。

側面照射する半導体レーザアレイと端面照射する半導体 レーザアレイとを備えているので、端面照射により質の 良いレーザ光出力が得られる状態でその質を保持したま ま側面照射によって出力が高められ、質の良い高出力の

12

レーザ光を得ることができる。

【0064】また、この第3発明において、第1、第2 発明と同様に放熱体と冷却気体流生成手段と温度検出手 段と制御手段を設けることにより、低コストにてコンパ クトに構成でき、かつ安定なレーザ光出力を得ることが できる。

【0065】本願の第4発明によれば、上記各発明において、YAGロッドからの出射レーザ光を光センサにて検出して設定値との誤差を零にするように高速応答制御回路にて半導体レーザ駆動回路を制御することにより、レーザ光出力の高速変動を解消して高安定なレーザ光出力が得られる。

【0066】本願の第5発明によれば、上記各発明における温度検出手段を無くして光センサの検出信号を用いて冷却気体流生成手段を駆動制御することにより安定なレーザ光出力を得ることができ、さらにその光センサの検出信号を用いて半導体レーザ駆動回路を高速応答制御することにより、レーザ光出力の高速変動を解消できて高安定なレーザ光出力が得られる。

【0067】本願の第6発明によれば、上記各発明において、引張ねじ手段と押付ねじ手段を備えた出カミラーのアライメント機構を設けているので、出カミラーのアライメントをこれらのねじ手段の調整にて簡単に行なうことができる。

【0068】本願の第7発明によれば、上記各発明にお 30 いて、冷却気体流が出射レーザ光に向けて流す冷却気体 流案内手段を設けているので、レーザ光にて加工する対 象物からの煙から出力ミラーを保護することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の半導体レーザ励起レーザ発振器の第1 実施例の全体構成を示す縦断面図である。

【図2】同実施例のLDアレイの斜視図である。

【図3】同実施例のレーザ発振ユニットを示し、(a) は横断面図、(b) は縦断面図、(c) はLDアレイの接続回路図である。

【図4】同実施例のアライメント機構を示し、(a)は正面図、(b)は縦断側面図、(c)は横断底面図である。

【図5】本発明の半導体レーザ励起レーザ発振器の第2 実施例のレーザ発振ユニットを示し、(a) は横断面 図、(b) は縦断面図、(c) はLDアレイの接続回路 図である。

【図6】本発明の半導体レーザ励起レーザ発振器の第3 実施例の全体構成を示す縦断面図である。

【図7】本発明の半導体レーザ励起レーザ発振器の第4 実施例の全体構成を示す縦断面図である。 t. . . Ata.

A

學

£

₹ij.

÷-

*;*; `

【図8】本発明の半導体レーザ励起レーザ発振器の第5 実施例の全体構成を示す縦断面図である。

【図9】本発明の半導体レーザ励起レーザ発振器の第6 実施例の全体構成を示す縦断面図である。

【図10】同実施例のレーザ光出力のフィードバック制 御部のブロック図である。

【図11】同実施例のレーザ光出力のフィードバック制 御動作の説明図であり、(a)はLD素子の温度-波長 特性図、(b)はYAGロッドの吸収波長-吸収率特性 図、(c)はレーザ光出力変動の説明図である。

【図12】本発明の半導体レーザ励起レーザ発振器の第7実施例の全体構成を示す縦断面図である。

【図13】本発明の半導体レーザ励起レーザ発振器の第 8実施例の全体構成を示す縦断面図である。

【図14】本発明の半導体レーザ励起レーザ発振器の第 9実施例の全体構成を示す縦断面図である。

【図15】従来例の半導体レーザ励起レーザ発振器の全体構成図である。

【図16】他の従来例の半導体レーザ励起レーザ発振器 の全体構成図である。

#### 【符号の説明】

- 3 YAGロッド (光励起媒体)
- 5 LDアレイ (半導体レーザアレイ)
- 6 出力ミラー
- 7 全反射コーティング
- 9 冷却気体流路
- 10 放熱体
- 11 冷却気体流
- 12 温度センサ

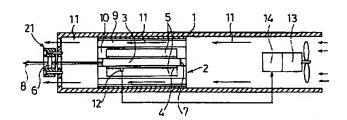
13 空冷ファン(冷却気体流生成手段)

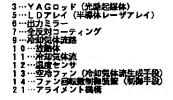
14

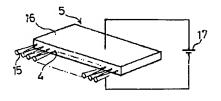
- 14 ファン回転数制御装置(制御手段)
- 17 電源
- 18 絶縁筒体
- 19 絶縁体
- 21 アライメント機構
- 22 ミラーホルダ
- 23 引張ねじ手段
- 24 押付ねじ手段
- 10 29 冷却気体通路
  - 30 冷却管
  - 31 冷却器
  - 32 冷却媒体
  - 38 ペルチェ素子
  - 39 低温側放熱部
  - 42 冷風発生手段
  - 43 渦流発生器
  - 4.8 光センサ
  - 50 高速応答制御回路
- 20 51 レーザ駆動回路
  - 52 冷却気体流案内手段
  - 55 LDアレイ
  - 57 集光レンズ
  - 58 全反射コーティング
  - 59 冷却気体流路
  - 60 放熱体
  - 62 温度センサ
  - 63 空冷ファン(冷却気体流生成手段)
  - 64 ファン回転数制御装置(制御手段)

[図1]

【図2】

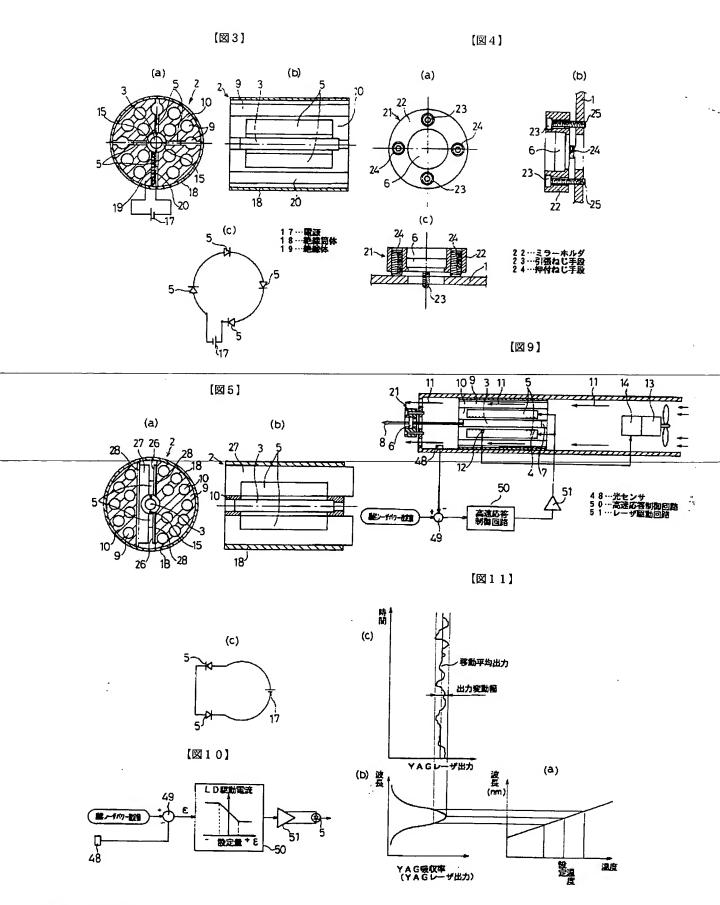


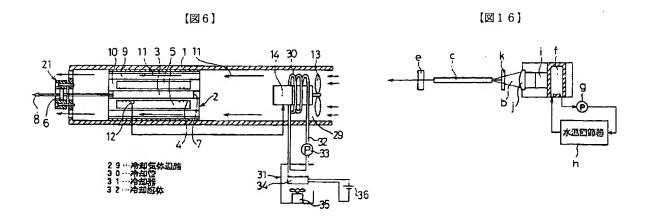




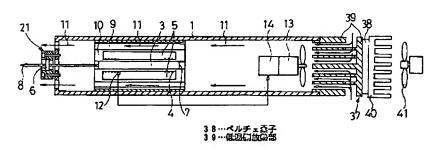
e a c d

[図15]

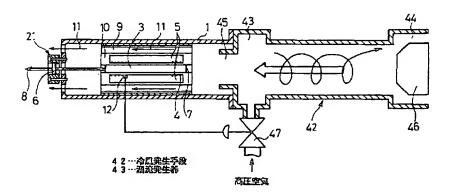




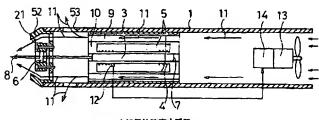
[図7]



[図8]

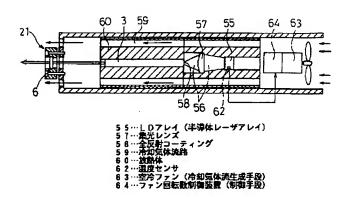


【図12】

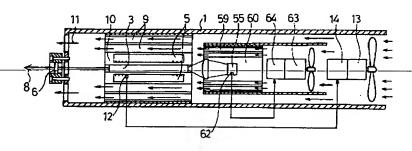


5 2 …冷却虽体和这种手段

#### 【図13】



【図14】



フロントページの続き

H 0 1 S 3/133

3/16

(51) Int. Cl. 5

識別記号 庁内整理番号

FΙ

技術表示箇所

3MCDUUL - ID 4083043634 -

• • •

	ن ن	
		~